Adalékanyagok szemalakja

Út- és hídépítési műszaki előírások és alkalmazási tapasztalataik

Magyar Közút Kht.

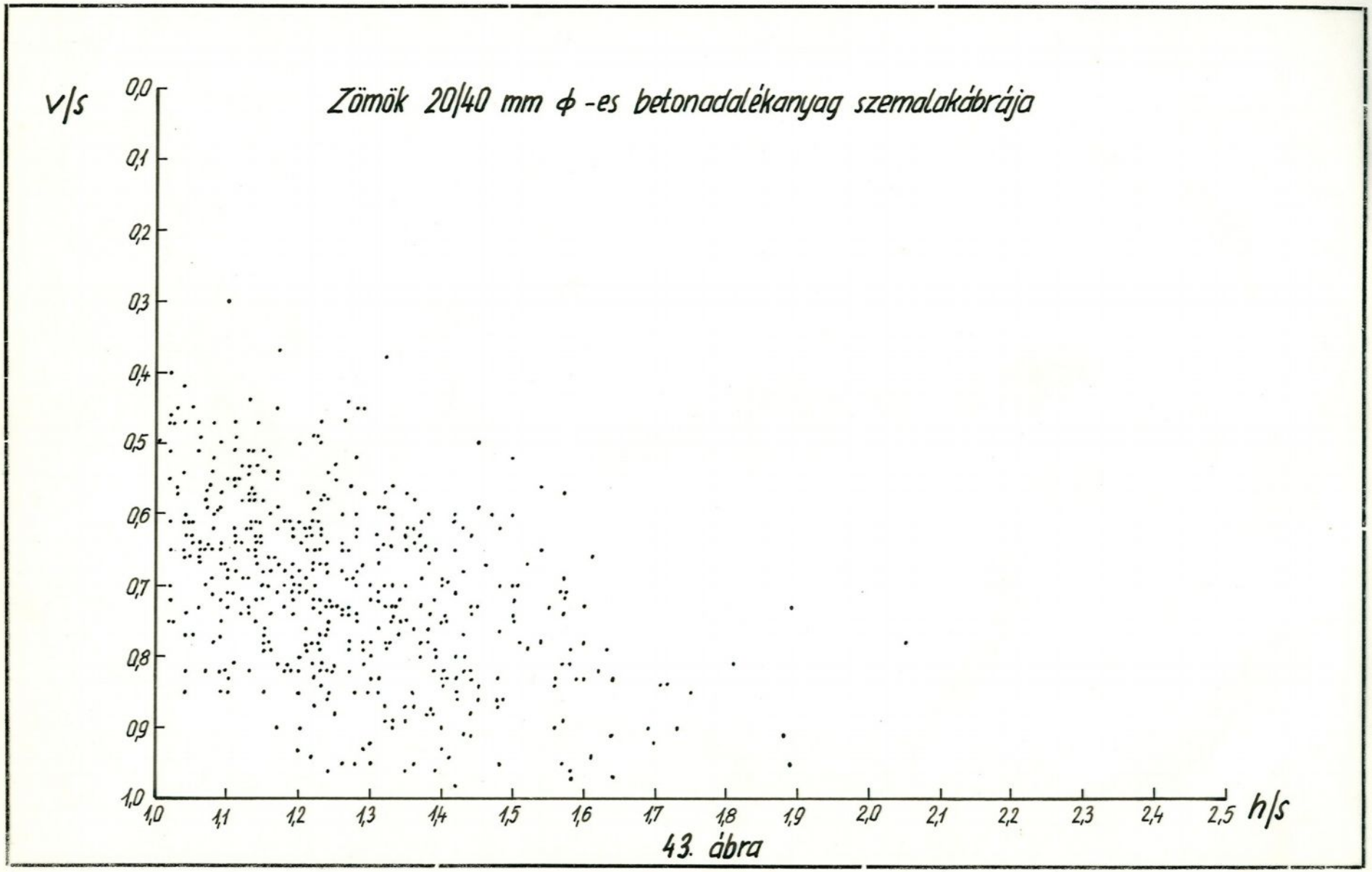
Dr. Kausay Tibor

Budapest, 2010. május 20.

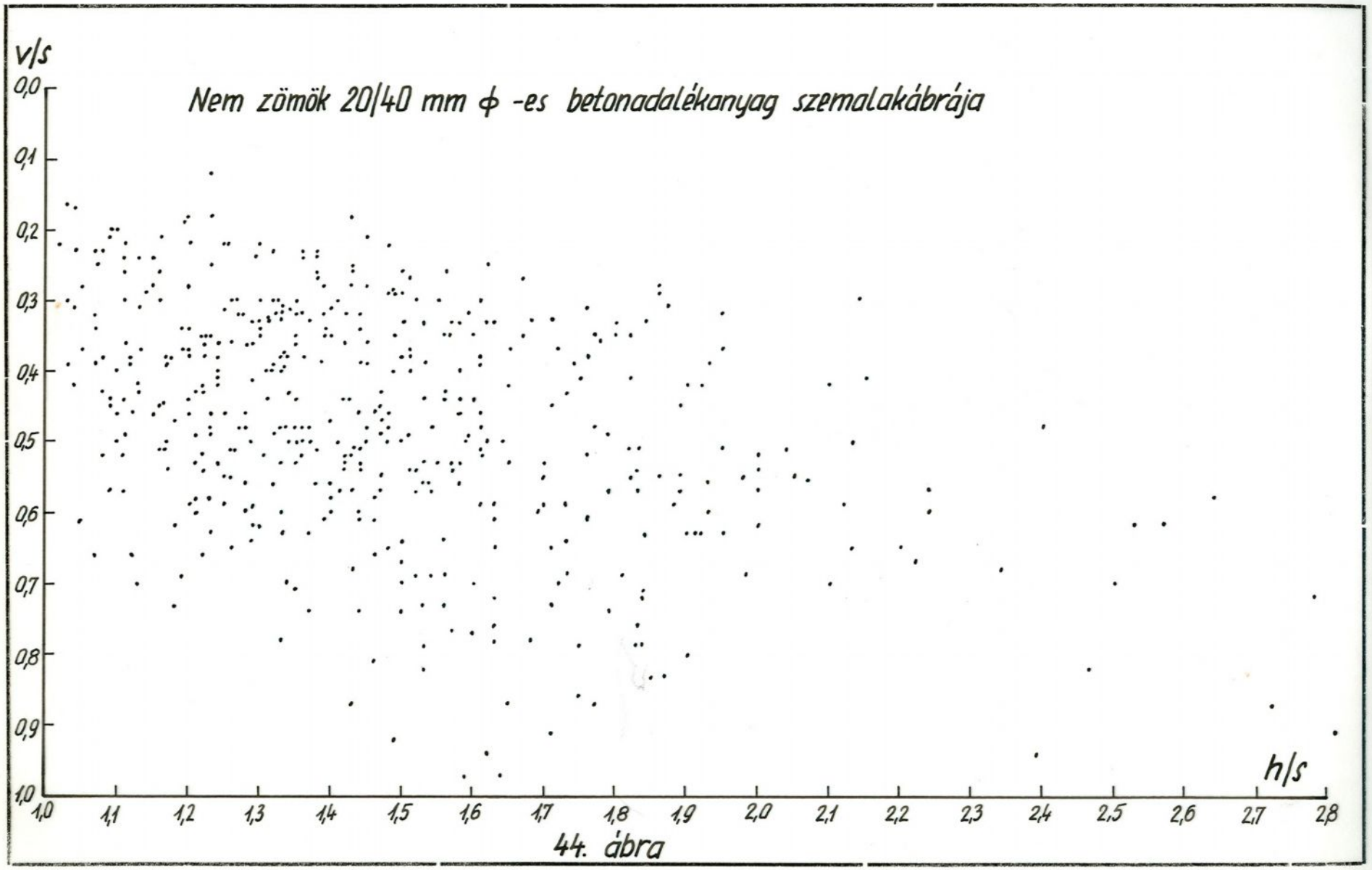
'02 11 22

A szemalaknak elsősorban a zúzottkövek és zúzottkavicsok esetén van jelentősége.

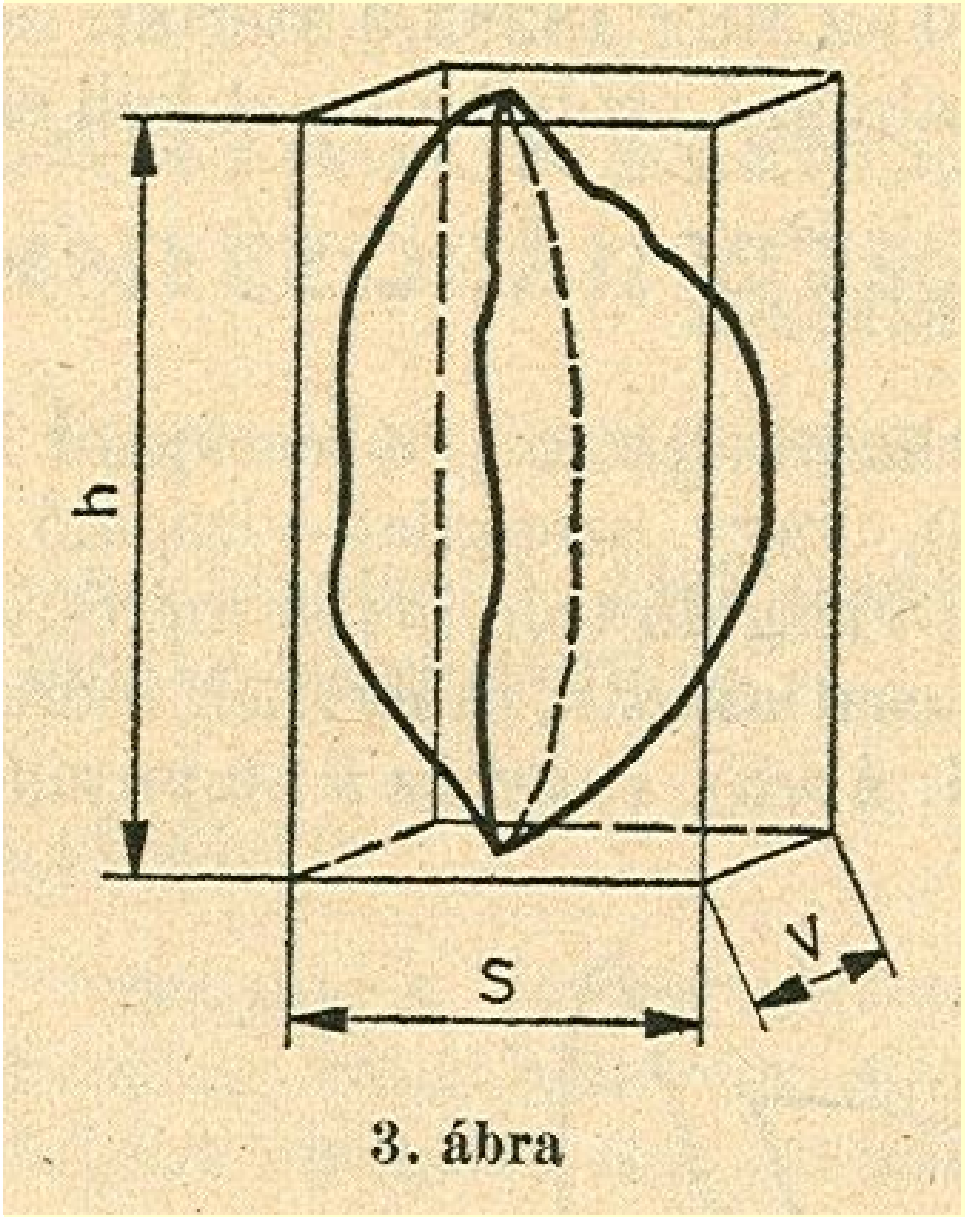
A szemalak a gyártástechnológiával befolyásolható.


Zömök 20/40 mm ϕ -es betonadalékanyag szemalakábrája
v/s
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
1,0
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
1,9
2,0
2,1
2,2
2,3
2,4
2,5
h/s

43. ábra


v/s
Nem zömök 20/40 mm ϕ -es betonadalékanyag szemalakábrája
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
1,0
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
1,9
2,0
2,1
2,2
2,3
2,4
2,5
2,6
2,7
2,8
h/s

44. ábra

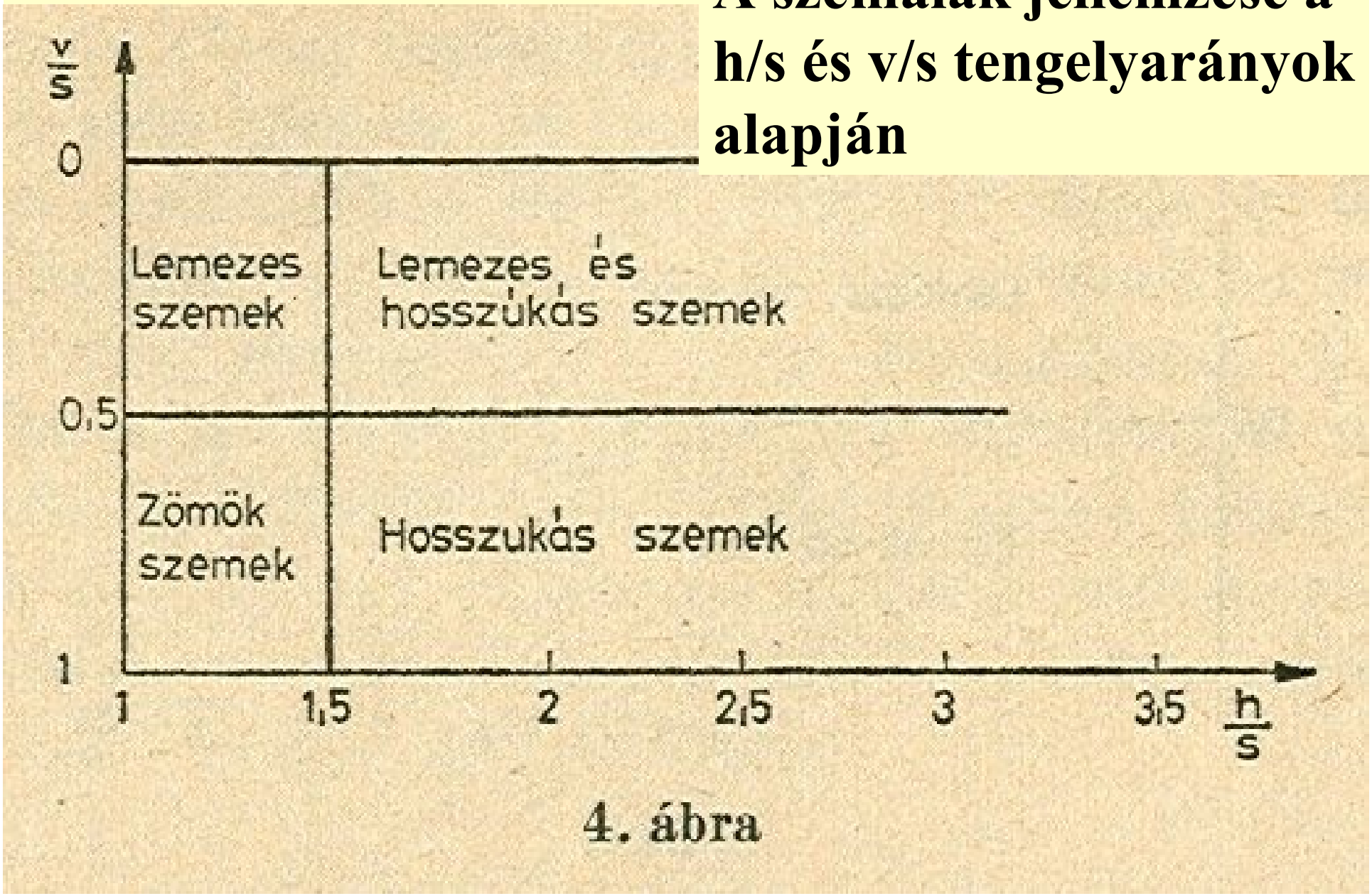


3. ábra

Az MSZ 18288-3:1978 „Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálat. Szemalak vizsgálata” című szabványban egyaránt szerepelt a szemhalmaz (frakció) szemalakjának

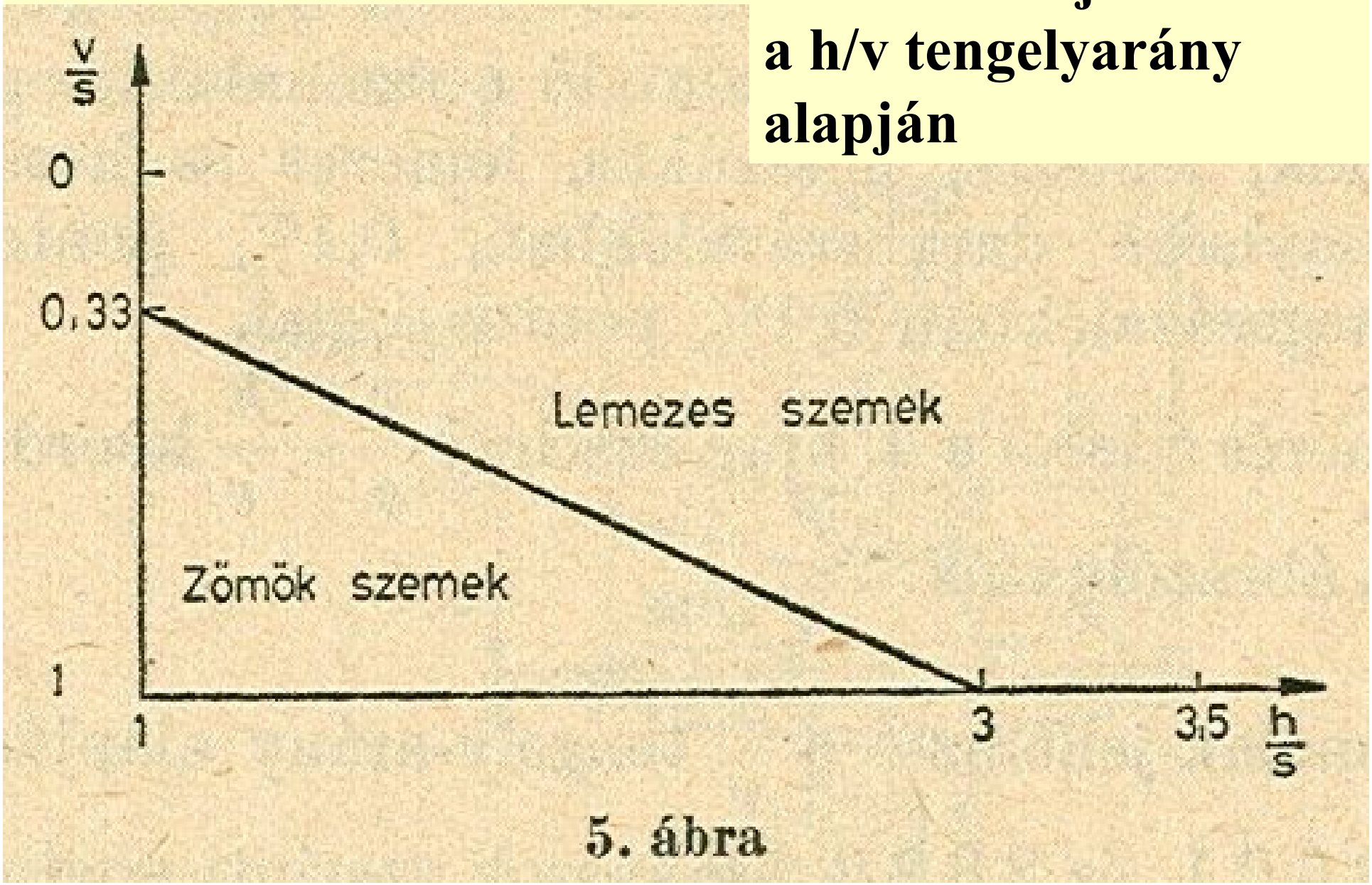
- **a h/s és v/s tengelyarányok,**
- **a h/v tengelyarány és**
- **a v/s tengelyarány szerinti jellemzése.**

MSZ 18288-3:1978
A szemalak jellemzése a h/s és v/s tengelyarányok alapján



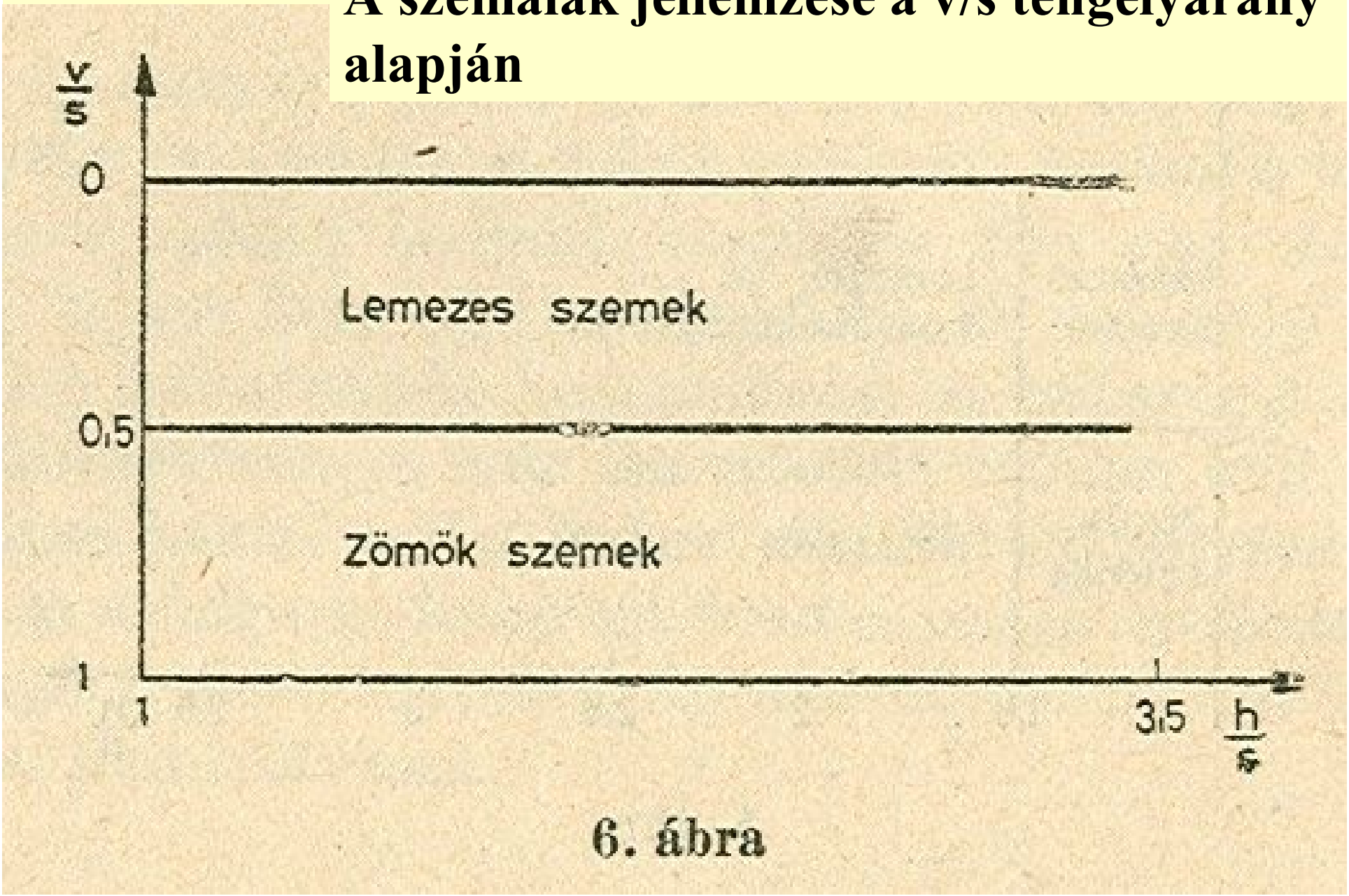
4. ábra

MSZ 18288-3:1978
A szemalak jellemzése a h/v tengelyarány alapján



5. ábra

MSZ 18288-3:1978 és ÚT 2-3.601:1998
A szemalak jellemzése a v/s tengelyarány alapján



6. ábra

A v/s tengelyarány szerinti szemalak jellemzés francia eredetű, alkalmazását hazánkban a zúzottkő termékek minősítésére az MSZ 18291:1978 „Zúzottkő” termékszabvány vezette be.

691.224.1.

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	ZÚZOTTKŐ	MSZ 18291–78
		Az MSZ 1992–70 helyett
		G 17

Visszavonva

Щебень

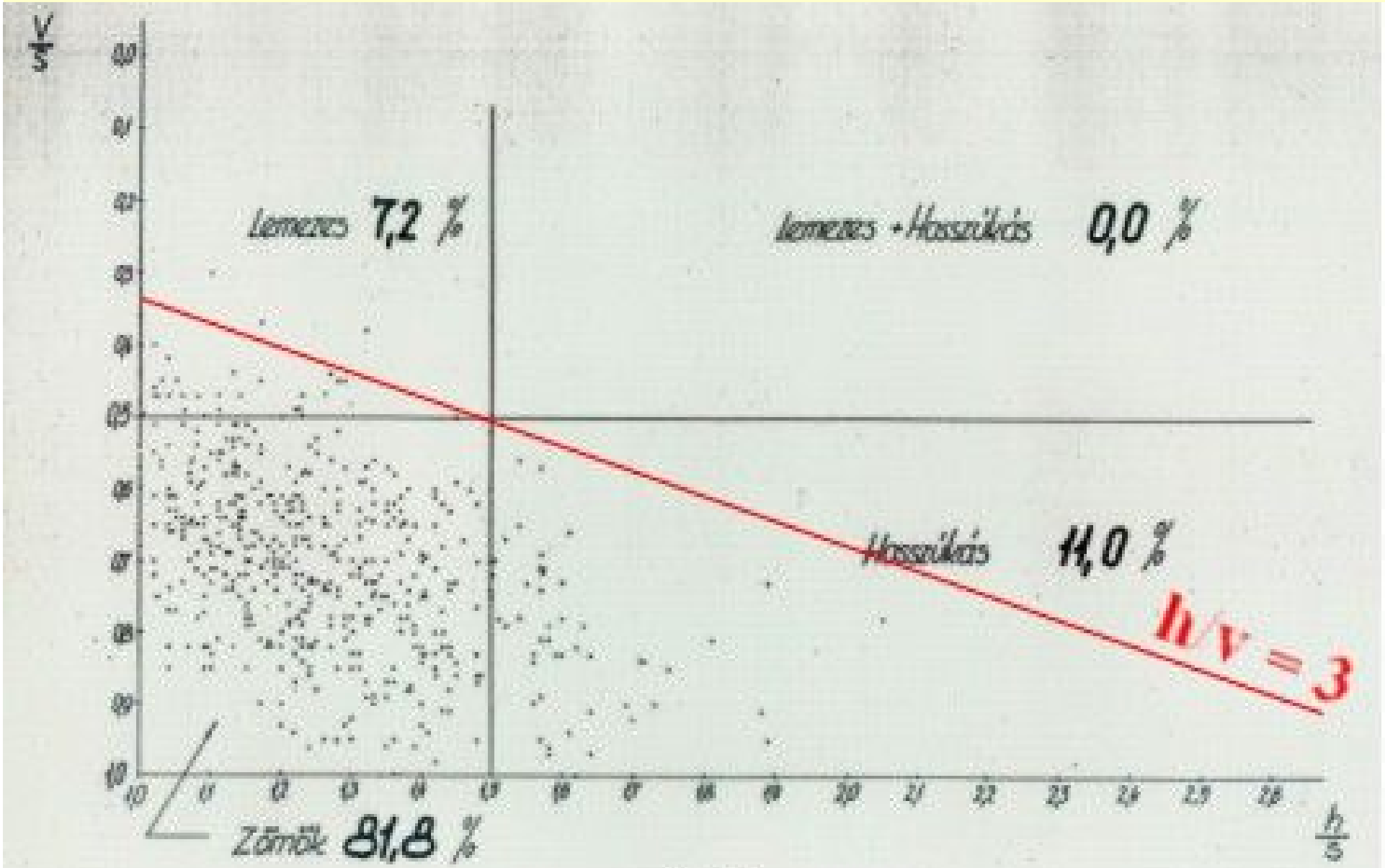
Crushed stone

E szabvány alkalmazása kötelező.* Előírásaitól eltérést a Magyar Szabványügyi Hivatal elnöke engedélyezhet.

E szabvány tárgya a természetes kőzetekből aprított zúzottkövek általános műszaki előírásai.

Nem tárgya a szabványnak a természetes kavicsok aprításával előállított termék (zúzott kavics, MSZ 18293).

MSZ 18288-3
v/s=0,5
h>s>v
v
s=2.v
h/v=3
v
h=3.v
MSZ EN 933-4
MSZ 4798-1:2004, és visszavont ÚT 2-3.601:2006



6. ábra

Szobi zömök 20/40 mm-es betonadalékanyag szemcsenek óbrája

9. táblázat: A szemalak tényező megengedett értéke szerinti osztályok

Szemalak tényező h/v szerint	Osztály *SI*
≤ 15	SI_{15}
≤ 20	SI_{20}
≤ 40	SI_{40}
≤ 55	SI_{55}
> 55	$SI_{megadott}$
Nincs követelmény	SI_{NR}

Az *I* betűjel az index szóból ered

A visszavont ÚT 2-3.601:2006 „Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok” útügyi műszaki előírás úgy rendelkezett, hogy a 4 mm-nél nagyobb szemek tartományában a l/v tengelyarány szerinti lemezes szemek részaránya

- **a KZ termékosztályban 22 mm alatt legfeljebb 20 tömeg%, 22 mm felett legfeljebb 35 tömeg%;**
- **az NZ termékosztályban legfeljebb 50 tömeg%;**
- **a Z termékosztályban legfeljebb 70 tömeg%;**
- **a ZK 4/8, ZK 8/11 és ZK 8/16 termékosztályban legfeljebb 15 tömeg%, a ZK 4/11 és ZK 11/22 termékosztályban legfeljebb 25 tömeg% lehetett.**

Az ÚT 2-3.601-1:2008 aszfaltadalékanyag*, az ÚT 2-3.601-2:2009 betonadalékanyag, és az ÚT 2-3.601-3:2009 útalapok zúzottköve** útügyi műszaki előírás szerint a 4 mm feletti zúzottkő és zúzottkavics termékek szemalakját az MSZ EN 933-3:1997/A1:2004 „Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 3. rész: A szemalak meghatározása. Lemezességi szám” (RÉSES-ROSTA szerinti *FI* lemezességi szám) európai szabvány szerint *kell vizsgálni*, és az**

MSZ EN 933-4:2008 „Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 4. rész: A szemalak meghatározása. Szemalaktényező” (H/V ARÁNYÚ SZEMALAK TOLÓMÉRŐ szerinti *SI* szemalaktényező) európai szabvány szerint

*** is *meg kell adni*, de az értékre nincs előírt követelmény; illetve**

**** ha a gyártó és a vevő előzetesen írásban megegyezik, akkor a réses rostás vizsgálathoz tartozó *követelmény érték a h/v arányú tolómérős jellemzés esetén is érvényes.***

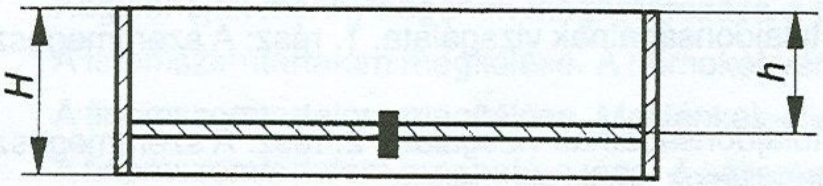
Szemalak jellemzése résrostával

MSZ EN 933-3:1998 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 3. rész: A szemalak meghatározása. Lemezességi szám

A vizsgálat két szitálásból áll.

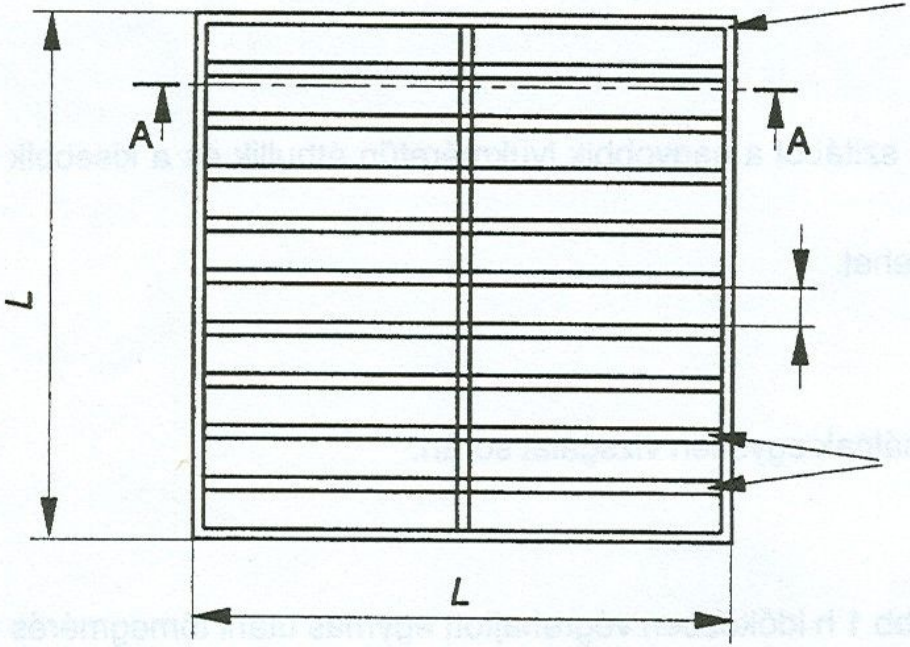
Az első szitálás során a mintát szabványos (ISO 3310-2), négyzetes nyílású szitákkal kell különböző d_i/D_i szemnagyságú részhalmazokra szétszitálni.

Ezután minden részhalmazt $D_i/2$ nyílásméretű résrostán kell átszitálni.



A - A

Az *L* méretnek - résrostánként - igazodnia kell a résméterekhez, amelyek közül egy sem szabad, hogy eltérjen az előírástól.



Fémkeret (kivülre alkalmazható fakeret is)

Résméret (mm-ben) az 1. táblázat szerint

Hengeres acélrudak, átmérőjük ($d + d/100$) mm[1)]

[1)] Szokásos átmérősor 5–15 mm, a résnyílástól függően

L = 250–300 mm

H = 75 mm

h = 55–65 mm

1. ábra: Résrosták

Részhalmaz szemnagysága, mm

Kornklasse d_i/D_i mm	Schlitzweite des Stabsiebes mm
63/80	40 ± 0,5
50/63	31,5 ± 0,5
40/50	25 ± 0,4
31,5/40	20 ± 0,4
25/31,5	16 ± 0,4
20/25	12,5 ± 0,4
16/20	10 ± 0,2
12,5/16	8 ± 0,2
10/12,5	6,3 ± 0,2
8/10	5 ± 0,2
6,3/8	4 ± 0,15
5/6,3	3,15 ± 0,15
4/5	2,5 ± 0,15

Résrosta nyílása, mm

8. táblázat: A lemezességi szám megengedett értéke szerinti osztályok

Lemezességi szám Résrosta szerint	Osztály *FI*
≤ 15	FI_{15}
≤ 20	FI_{20}
≤ 35	FI_{35}
≤ 50	FI_{50}
> 50	$FI_{megadott}$
Nincs követelmény	FI_{NR}

Az *I* betűjel az index szóból ered

MSZ EN 933-3:1998	Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 3. rész: A szemalak meghatározása. Lemezességi szám (Résrosta szerint)

Eltérések az európai és a magyar vizsgálati módszer között

Megjegyzés: Minthogy a részhalmazok szemhatárainak hányadosa átlagban d/D=0,794, a módszer hozzávetőlegesen a

$$\frac{v}{s} = \frac{D/2}{(D+d)/2} = \frac{D}{D+0{,}794*D} = 0{,}557$$

tengelyaránynál választja ketté lemezes és zömök szemekre a mintát, szemben a (visszavont) MSZ 18288-3:1978 szabvány szerinti v/s=0,5 tengelyaránnyal, amelynél eszerint az európai MSZ EN 933-3 szabvány elméletileg szigorúbb.

A következő (11 oldalas) táblázatban azt lehet látni, hogy a szemalak fogalma, vizsgálata, követelménye, termékminősítő szerepe az utóbbi 60 évben számtalanszor változott.

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (I)

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
MNOSZ 1992:1951	Meg kell határozni a 15 mm-nél nagyobb szemű zúzottkő alaktényezőjét. Az alaktényező értéke annál kedvezőbb, minél jobban megközelíti az 1-et. A rosták körlyukúak! A zúzalék és zúzottkő betűjele BZ volt, a termékjel például: BZ 15/25.	MNOSZ 1991:1951 szabvány 13. szakasza szerint az alaktényező a szemek vízbemerítéssel meghatározott térfogatai összegének és a szemek legnagyobb mérete köré írt fiktív gömb térfogatai összegének hányadosa. Az MNOSZ 934:1949 és MNOSZ 934:1951 szabvány a szemalak vizsgálatával nem foglalkozik.
MSZ 15123:1952	Az 5-25 mm-es zúzalék* lemezektől mentes, érdes, szögletes legyen. A rosták körlyukúak!	Szemrevételezés alapján

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
MSZ 14605:1953 Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (2)	A zúzott anyag szögletes alakú, ép élű legyen. Lemezes a kő, ha lemezes alak mellett a közép-vastagság és a legnagyobb hosszméret közötti arány 1:6-nál nagyobb. A szállítmányban a lemezes kő mennyisége az 5/10-es és 10/20-as szemnagyságoknál a darabszám 15 %-nál, a 20/40-es és 40/65-ös szemnagyságoknál a darabszám 8 %-nál lehetőleg ne legyen több. A rosták körlyukúak! A zúzalék és zúzottkő betűjele már NZ volt, a termékjel például: NZ 12/22.	MNOSZ 1991:1951 szabvány 13. szakasza az alaktényező meghatározását írja le (Lásd fenn).

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (3)

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
MSZ 15124:1957	A zúzalék szögletes élű és lehetőleg zömök alakú legyen. A zúzalékban* a lemezes és lándzsa (értsd: hosszúkás) alakú szemek mennyisége a 15 darab%-ot nem haladhatja meg. Mérés normál tolómérővel. Felületi bevonat esetén a zúzalék alaktényezője minél közelebb essék az 1,0-hez, de lehetőleg ne legyen kisebb 0,7-nél. A rosták négyzetlyukúak!	Az MSZ 15124:1957 építési szabvány a szemalak követelményénél zárójelben az MSZ 14605:1953 termékszabvány számát adja meg hivatkozásként.

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (4)

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
MSZ 1992:1959	Lemezes és hosszúkás szemek (v/s≤0,5 és h/s≥1,5) darabszám%-ának meghatározása normál tolómérővel. Különböző (8 – 15 db%) követelmények az NZ termékosztályokban.	MSZ 4713:1955 A három főtengely mérés és az alaktényező meghatározás módszerét tartalmazza.
MSZ 11300:1959	Szögletes alakú, ép élű legyen.	Szemrevételezés alapján
MSZ 1992:1970	Résrosta. Tömeg%-ban kifejezett, különböző követelmények a KZ/k, KZ/n, NZ termékosztályokra.	MSZ 1991:1967 A három és a két főtengely mérés, az alaktényező meghatározás és a kettős szitálás (résrosta) módszerét tartalmazza.

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (5)

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
MSZ 18291:1978	Lemezes szemek tömeg%-a v/s hányados = 0,5 alapján. Mérés szemalak tolómérővel. Különböző követelmények a KZ/k, KZ/n, NZ termékosztályokra. A tölcséres kifolyási számra nincs követelmény.	MSZ 18288-3:1978 A három és a két főtengely mérés módszerét tartalmazza, az utóbbit szemalak vizsgáló tolómérővel is. Szabályozza a 4 mm-nél kisebb szemek tölcséres kifolyásának vizsgálatát.
MSZ-07-3114:1991 ME-07-3114:1994	Lemezes szemek tömeg%-a v/s hányados = 0,5 alapján. Mérés normál vagy szemalak tolómérővel. Különböző követelmények az UKZ, UNZ, UZ termékosztályokra.	MSZ 18288-3:1978 (Lásd fenn)

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (6)

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
ÚT 2-3.601:1998	Lemezes szemek tömeg%-a v/s hányados = 0,5 alapján. Mérés normál vagy szemalak tolómérővel. Különböző követelmények az UKZ, UNZ, UZ, UZK termékosztályokra.	MSZ 18288-3:1978 (Lásd fenn)
MSZ EN 12620:2006 MSZ EN 13043:2003 MSZ EN 13242:2003	A résrostával meghatározandó „lemezességi szám” és FI jelű osztály (referencia módszer), továbbá a h/v hányados = 3 alapján szemalak tolómérővel meghatározandó a „szemalaktényező” és SI jelű osztály, tömeg%-ban kifejezve. Csak az MSZ EN 13043:2003 szerint a finom kőanyaghalmaz szemalakját a kifolyási tényezővel és E_{cs} jelű osztállyal kell kifejezni	MSZ EN 933-3:1998 Lemezességi szám meghatározása résrostával; MSZ EN 933-4:2000 A h/v hányados meghatározása szemalak tolómérővel; MSZ EN 933-6:2003 Kifolyási tényező meghatározása tölcséres méréssel.

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (7)

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
ÚT 2-3.601:2006	Lemezes szemek tömeg%-a h/v hányados = 3 alapján. Mérés szemalak tolómérővel. Különböző követelmények a KZ, NZ, Z, ZK termékosztályokra.	MSZ EN 933-4:1978 A h/v hányados meghatározása szemalak tolómérővel.
ÚT 2-3.601-1:2008	A résrostával meghatározandó „lemezességi szám” és *FI* jelű osztály tömeg%-ban kifejezve. Különböző követelmények a KZ, NZ, ZK termékosztályokra. Követelmény a 4 mm feletti zúzottkavics (ZK) termékek tört/gömbölyű szemeinek tömeg%-ára.	MSZ EN 933-3:1978 Lemezességi szám meghatározása résrostával; MSZ EN 933-5:1999 Tört szemek százalékos mennyiségének meghatározása durva kőanyaghalmazokban.

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (8)

Termékszabvány, ill. építési szabvány	Termékminősítő szemalak vizsgálati módszer	Vizsgálati szabvány
ÚT 2-3.601-2:2009 ÚT 2-3.601-3:2009	A résrostával meghatározandó „lemezességi szám” és *FI* jelű osztály tömeg%-ban kifejezve. Különböző követelmények a KZ, NZ, ZK termékosztályokra. Követelmény a 4 mm feletti zúzottkavics (ZK) termékek tört/gömbölyű szemeinek tömeg%-ára.	MSZ EN 933-3:1978 Lemezességi szám meghatározása résrostával; MSZ EN 933-5:1999 Tört szemek százalékos mennyiségének meghatározása durva kőanyaghalmazokban.
Ha a gyártó és a vevő írásban megállapodik, akkor a h/v hányados termék-minősítő jellemzővé válik.	Lemezes szemek tömeg%-a h/v hányados = 3 alapján. Mérés szemalak tolómérővel. Különböző követelmények a KZ, NZ, Z, ZK termékosztályokra.	MSZ EN 933-4:1978 A h/v hányados meghatározása szemalak tolómérővel.

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (9)

Szabványok jegyzéke

MNOSZ 934:1949 Beton és alapanyagainak vizsgálata
MNOSZ 1992:1951 Osztályozott betonadalékanyagok. Homokos kavics, természetes kövek aprításából nyert zúzalék és zúzottkő
MNOSZ 1991:1951 Természetes kövek vizsgálati módszerei
MNOSZ 934:1951 Beton és alapanyagainak vizsgálata
MSZ 15123:1952 Beton útburkolási munka
MSZ 14605:1953 Osztályozott adalékanyagok beton és aszfaltútépítés céljaira. Homok, kavics, természetes kövek zuzaléka és zúzottkő*
MSZ 4713:1955 A beton alapanyagainak vizsgálata
MSZ 15124:1957 Aszfalt- és kátrányútburkolási munka meleg eljárással
MSZ 1992:1959 Zúzottkő és zuzalék többször tört és osztályozott (NZ jelű)*
MSZ 11300:1959 Zúzottkő és zuzalék egyszer tört és osztályozott (Z jelű)*
MSZ 1991:1967 Természetes építési kövek és kőzúzalékok vizsgálati módszerei
MSZ 1992:1970 Zúzott kőtermékek
MSZ 18291:1978 Zúzottkő
MSZ 18288-3:1978 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemalak vizsgálata

Zúzottkő termékek szemalak szerinti minősítésének változása az idők folyamán (10)

Szabványok jegyzéke

MSZ-07-3114:1991 Útépítési zúzott kőanyag

ME-07-3114:1994 Útépítési zúzott kőanyag

ÚT 2-3.601:1998 Útépítési zúzott kőanyagok

MSZ EN 933-5:1999 és MSZ EN 933-5:1998/A1:2005 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 5. rész: Tört szemek százalékos mennyiségének meghatározása durva kőanyaghalmazokban

MSZ EN 12620:2006 Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) betonhoz

MSZ EN 13043:2003 Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonatokhoz

MSZ EN 13242:2003 Kőanyaghalmazok műtárgyakban és útépítésben használt kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú anyagokhoz

MSZ EN 933-3:1998 és MSZ EN 933-3:1997/A1:2004 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 3. rész: A szemalak meghatározása. Lemezességi szám

MSZ EN 933-4:2000 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 4. rész: A szemalak meghatározása. Szemalaktényező

Szabványok jegyzéke

MSZ EN 933-6:2003 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 6. rész: Felületi jellemzők meghatározása. A kőanyaghalmazok kifolyási tényezője

ÚT 2-3.601:2006 Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok

ÚT 2-3.601-1:2008 Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok. 1. rész: Kőanyaghalmazok utak, repülőterek és más közforgalmi területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz

ÚT 2-3.601-2:2009 Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok. 2. rész: Zúzott kőanyaghalmazok út-, pálya- és hídbetonokhoz

ÚT 2-3.601-3:2009 Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok. 3. rész: Útalapok

***Megjegyzés: Az 1950/1960-as években a „zúzalék” szót rövid „u”-val írták: „zuzalék”. Durva zúzaléknak a 10/25 mm, apró zúzaléknak a 5/15 mm névleges szemnagyságú szemeket nevezték (MSZ 15121:1952 „Makadám útburkolási munka”).**

Számunkra nem szerencsés, hogy az MSZ EN 933-4:2000 vizsgálati szabvány, az MSZ EN 12620:2006 és MSZ EN 13043:2003 európai termékszabvány, és az azokat követő magyar előírások a szemalak h/v tengelyarány szerinti jellemzőjét szó szerinti fordításban „szemalaktényező”-nek nevezik.

A „szemalaktényező” vagy „alaktényező” hazánkban az európai szabványok bevezetését megelőzően más fogalmat takart: ➔

MNOSZ 1991:1951 szabvány 13. szakasza

Meghatározzuk minden egyes szem legnagyobb méretét cm-ben 0,1 pontossággal, majd vízbemerítés útján a térfogatát (lásd 4.21 pont) cm³-ben.

Az alaktényezőt az alábbi képletből számítjuk ki :

$$a = \frac{\Sigma T}{\Sigma \frac{\pi d^3}{6}}, \text{ ahol}$$

a az alaktényező,

T az egyes szemcsék térfogata, cm³-ben,

d az egyes szemcsék legnagyobb mérete cm-ben.

MNOSZ 1991:1951 szabvány 13. szakasza

Példa az alaktényező megállapítására:

Legnagyobb méret d cm	$\frac{\pi d^3}{6}$ cm³	Szemcsék térf. T cm³
6,6	150	59,0
5,5	87	30,1
4,1	36	5,5
3,8	29	4,0
7,0	179	16,2
7,9	258	16,8
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
	3150	887,2

$$a = \frac{887,2}{3150} = 0,28$$

Az alaktényező értéke annál kedvezőbb, minél jobban megközelíti az 1-et.

MSZ 4713:1955 szabvány 3.235. szakasza

3.235 Az alaktényező megállapítása. Az alaktényező a szemalak szabványos mérőszáma.

Mérés: tolómérővel 0,5 mm-re pontosan minden egyes szem legnagyobb méretét meg kell határozni (h). A h méretet cm-ben kell kifejezni.

Ezután az összes vizsgált szem együttes anyagtérfogatát vízbemerítés útján, 3.24 szakasz szerint kell megállapítani.

Az alaktényezőt a a következő képlet adja:

$$a = \frac{A}{\frac{\pi}{6} \Sigma h^3}$$

ahol

h az egyes szemek legnagyobb mérete (cm).

A az összes vizsgált szemek együttes térfogata (cm^3).

Megegyezik az MNOSZ 1991:1951 szabvánnyal.

MSZ 1991:1967 szabvány 9.33. szakasza

Szemalak jellemzése a szemek hosszúságának és a mért szemek térfogatának meghatározásával. Jellemezhető a szemalak a szem térfogata és a hosszúsága alapján számított gömb térfogatának hányadosa alapján. A szemek mért térfogatának és hosszúságuk alapján számított gömbtérfogatának hányadosa vagy **alaktényezője** minél közelebb van az 1-hez, annál zömökebb alakú szemekből áll a halmaz.

A mérés a 9.32 szakaszban leírt szemnagyságú és mennyiségű próbán végzendő el.

A mérést tolómércével kell végezni és a méretet, mint a szemek hosszúságát cm-ben kell kifejezni, 0,01 cm pontossággal.

Az egyes szemek hosszúságának (h) megmérése és feljegyzése után meg kell határozni a mért szemek térfogatának összegét vízkiszorítással. E térfogatmeghatározásra alkalmas 1000 ml-es vagy annál nagyobb mérőhenger.

A kőzetszemeket tartalmazó próbát a vizsgálat megkezdése előtt legalább 24 óráig vízben kell áztatni. A meghatározott térfogatot cm³-ben kell kifejezni. Az alaktényező (a) a következőképlettel számítható:

$$a = \frac{A}{\frac{\pi}{6} \sum_{i=1}^{n} h_i^3}$$

ahol

h_i az egyes szemek hosszúsága (cm),
A az összes vizsgált szemek együttes térfogata (cm³).

A magyar „alaktényező” fogalom 1951-1978 között változatlan, az MSZ 18288-3:1978 szabvány már nem tartalmazza.

Az „alaktényező” magyar fogalma alatt tehát a szemek vízbemerítéssel meghatározott térfogatai összegének és a szemek legnagyobb mérete köré írt fiktív gömb térfogatai összegének hányadosát kell érteni.

Az „alaktényező” magyar fogalmának eredetét sajnos nem ismerem, talán *H. Wadell* (Journal Geology, 1932. pp. 443-451.) publikációja tekinthető előzménynek, amelyben a Szerző a szemalakot a szem és az ugyanolyan térfogatú gömb felületének hányadosaként jellemezte.

A szemalak tolómérővel történő meghatározása *Th. Zingg* (Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 1935. pp. 39-140.) nevéhez fűződik. A módszer mai formáját (h/s – v/s koordináta-rendszer) *F. de Quervain* (Strasse und Verkehr, 1950. No. 10. pp. 297-301.) alakította ki. Szemalak tolómércét (h/v = 3 tengelyaránnyal) először *K. Schulze* (Strasse und Autobahn, 1953. Heft 8. pp. 253-257.) használt.

A résrosta bevezetését *A. Pös*-nek (Strasse und Autobahn, 1968. Heft 7. pp. 244-251.) tulajdonítjuk, bár alkalmazását már *Th. Zingg* is javasolta.

MSZ 18288-3:1978 „Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemalak vizsgálata” (Visszavont szabvány)

3. fejezet: Szemalak közvetett jellemzése tölcséres méréssel, 4 mm alatti szemek esetén

A tölcséres kifolyási idő a halmaz viszkozitásával, a halmaz mozgással szembeni belső ellenállásával összefüggő jellemző.

Mérjük a kifolyási időt másodpercben és kiszámítjuk a „K” kifolyási számot, amely az 1 liter (1 dm^3) anyag kifolyásához szükséges idő másodpercben.

Tölcséres kifolyás a 4 mm alatti szemek szemalakjának vizsgálatára

Vizsgálati osztály mm	Próbahalmaz legkisebb mennyisége, g	Vizsgáló eszköz
0,063 -0,125 0,125 - 0,25 0,25 - 0,5 0,5 - 1	500	„A” jelű, ∅ 10 mm nyílású tölcsér
1 - 2 2 - 4	3000	„B” jelű, ∅ 25 mm nyílású tölcsér

$$K = \frac{t^* \rho}{M} * 1000 = \frac{t^* \frac{M}{V}}{M} * 1000 = \frac{t}{V} * 1000 \qquad \left[\frac{\sec}{cm^3} * 1000 = \frac{\sec}{dm^3} \right]$$

Számpélda a nagy tölcsérrel való mérésre, 1/4 mm szemnagyságú homok és bazalt zúzottkő esetén

	Homok, $\rho = 2{,}65\ g/cm^3$	Zúzottkő, $\rho = 2{,}80\ g/cm^3$
Kifolyási idő, *t*	14,4 sec	18,0 sec
Kifolyási szám, *K*	12,72 sec/dm³	16,8 sec/dm³

4.1.8. Finom kőanyaghalmaz szemalakja

Igény esetén a finom kőanyaghalmazok EN 933-6:2001 szabvány 8. fejezete szerinti kifolyási tényezőjét a 10. táblázat megfelelő osztálya szerint kell megadni.

Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonatokhoz

10. táblázat: Finom kőanyaghalmaz kifolyási tényezője szerinti osztályok

Kifolyási tényező	Osztály E_{cs}
≥ 38	$E_{cs}38$
≥ 35	$E_{cs}35$
≥ 30	$E_{cs}30$
< 30	$E_{megadott}$
Nincs követelmény	$E_{cs}NR$

Jegyzékes jóváhagyó közleménnyel
MSZ EN 933-6 ..... magyar
nemzeti szabványként közzétéve:
Szabványügyi Közlöny 2003 .év 01 hónap

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN 933-6

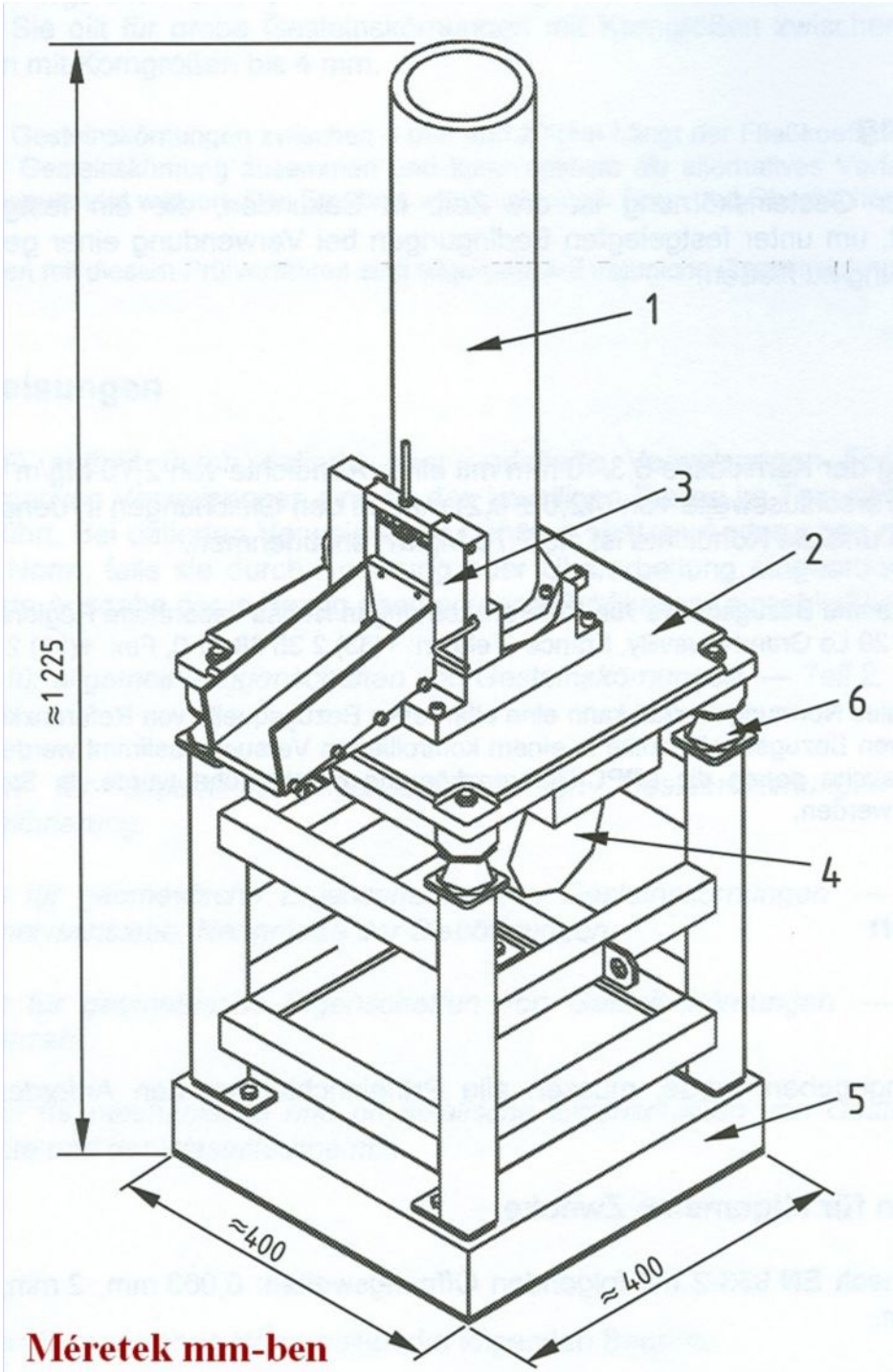
Oktober 2001

ICS 91.100.15

Deutsche Fassung

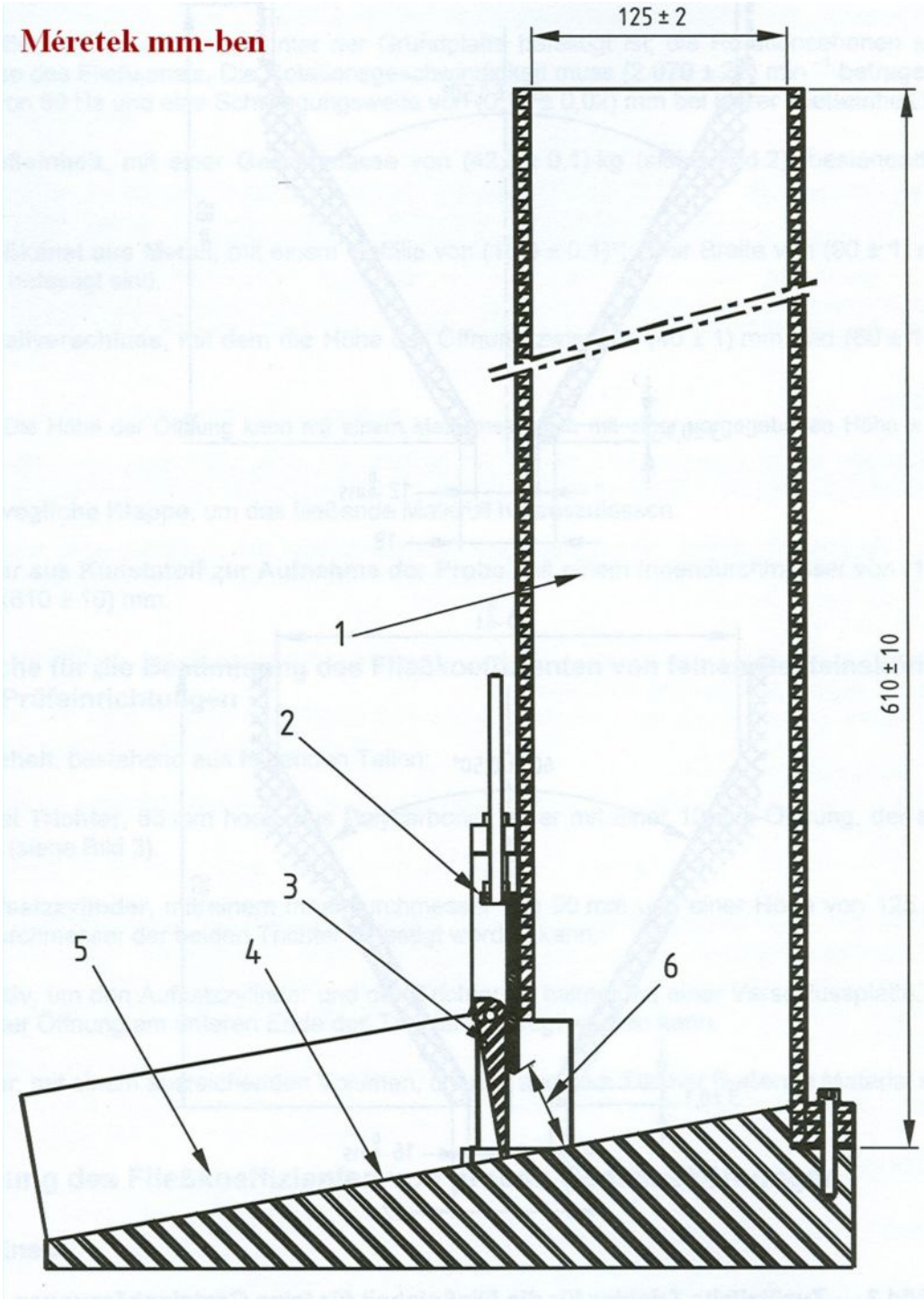
Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 6: Beurteilung der Oberflächeneigenschaften - Fließkoeffizienten von Gesteinskörnungen

MSZ EN 933-6:2003 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 6. rész: Felületi jellemzők meghatározása. A kőanyaghalmazok kifolyási tényezője



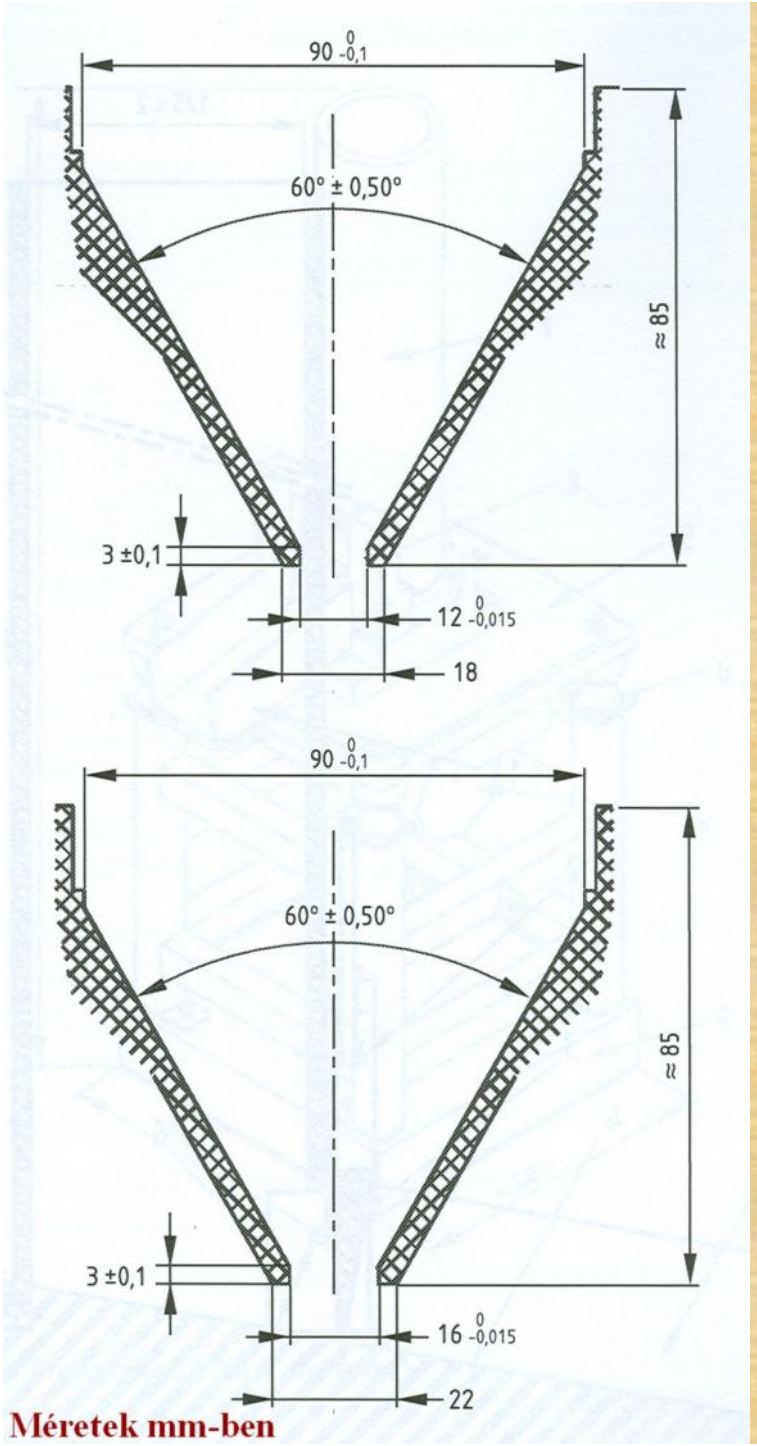
Eszköz a *durva* kőanyaghalmazok kifolyási idejének meghatározására

1) Mintatartó henger
2) Asztalvibrátor
3) Kifolyó csatorna
4) Vibrátor
5) Alaptest
6) Gumi rezgéscsillapító



Durva kőanyaghalmazok kifolyási idejének meghatározására való eszköz metszete

1) Mintatartó henger
2) Nyílás nagyság beállító retesz
3) Kőanyag-kieresztő csapóajtó
4) Kifolyó csatorna
5) Hajlásszög: 10° ± 0,1°
6) Állítható (40±1) mm és (60±1) mm között



Tölcsérek a *finom* kőanyaghalmazok kifolyási idejének meghatározására

- A tölcsérek anyaga polikarbonát
- Tartozék a 90 mm belső átmérőjű, 125 mm magas feltét henger, amelyet a tölcsérek felső, nagyobbik nyílására lehet erősíteni
- Tartozék a tölcsértartó állvány

MSZ EN 933-6:2003 szerinti kifolyási tényező meghatározásának főbb jellemzői:

***Durva* kőanyaghalmaz kifolyási tényezője**

Referencia minta: 2,7 g/cm^3 testsűrűségű, 6,3/10 mm szemnagyságú, (42±0,2) mm magas kifolyó nyílás mellett (E_{ce}=100±5) s kifolyási idejű kőanyag.

A referencia mintát 6,3/8 mm és 8/10 mm szamnagyságú részmintára kell szétszitálni. A 6,3/8 mm-es részmintának a 4 mm-es résrostán, a 8/10 mm-es részmintának az 5 mm-es résrostán áthulló részét el kell dobni. Az így nyert részminták mindegyikéből (5±0,1) kg-ot kell venni, és a referencia minta elkészítéséhez össze kell keverni.

Vizsgálati minta szemnagysága: 4/6,3 mm, 6,3/10 mm, 10/14 mm, 4/10 mm, 4/20 mm.

Vizsgálati minta tömege: $10 \cdot \rho_{rd}/2,7$ [kg], ahol ρ_{rd} a vizsgálati minta testsűrűsége g/cm^3-ben.

Módszer: A vizsgálat alatt az asztalvibrátort folyamatosan működtetni kell, a kifolyó csatornán érkező anyagot mérlegre kell vezetni. Amikor a mérlegen lévő edénybe folyt anyag tömege 1 kg, el kell indítani a stopper órát; és akkor kell megállítani, amikor az edényben lévő anyag tömege: $\{1+(7 \cdot \rho_{rd}/2,7)\}$ [kg]. A kifolyási időt 0,1 s pontosan fel kell jegyezni.

A kifolyó nyílás magassága általában (42±0,2) mm, 4/20 mm szemnagyság esetén (60±0,2) mm

A *durva* kőanyaghalmaz kifolyási tényezőjét a következő összefüggésből kell meghatározni:

$$E_c = E_{cm} + (E_R - E_{ce}) \qquad [s],$$

ahol:

E_{cm} = a vizsgálati minta öt méréssel meghatározott átlagos kifolyási ideje, s

E_R = a referencia minta névleges kifolyási ideje, 100 s,

E_{ce} = a referencia minta öt méréssel meghatározott tényleges átlagos kifolyási ideje, s

Finom kőanyaghalmaz kifolyási tényezője

Vizsgálati minta szemnagysága: 0,063/2 mm vagy 0,063/4 mm. A méreten aluli és felüli szemeket el kell távolítani.

Vizsgálati minta tömege: $M_i = (\rho_{rd}/2{,}7)$ [kg]
ahol ρ_{rd} a vizsgálati minta testsűrűsége g/cm^3-ben.

Módszer: A 0,063/2 mm szemnagyságú anyag vizsgálatához a 12 mm kifolyó nyílású tölcsért, a 0,063/4 mm szemnagyságú anyag vizsgálatához a 16 mm kifolyó nyílású tölcsért kell használni.

Az E_{csi} kifolyási idő a teljes M_i tömegű vizsgálati minta kifolyási ideje. Az öt mérés átlaga adja s-ban az E_{cs} kifolyási tényezőt.

Az MSZ EN 933-6:2003 szerinti kifolyási tényező vizsgálatának pontossági feltételei s-ban:

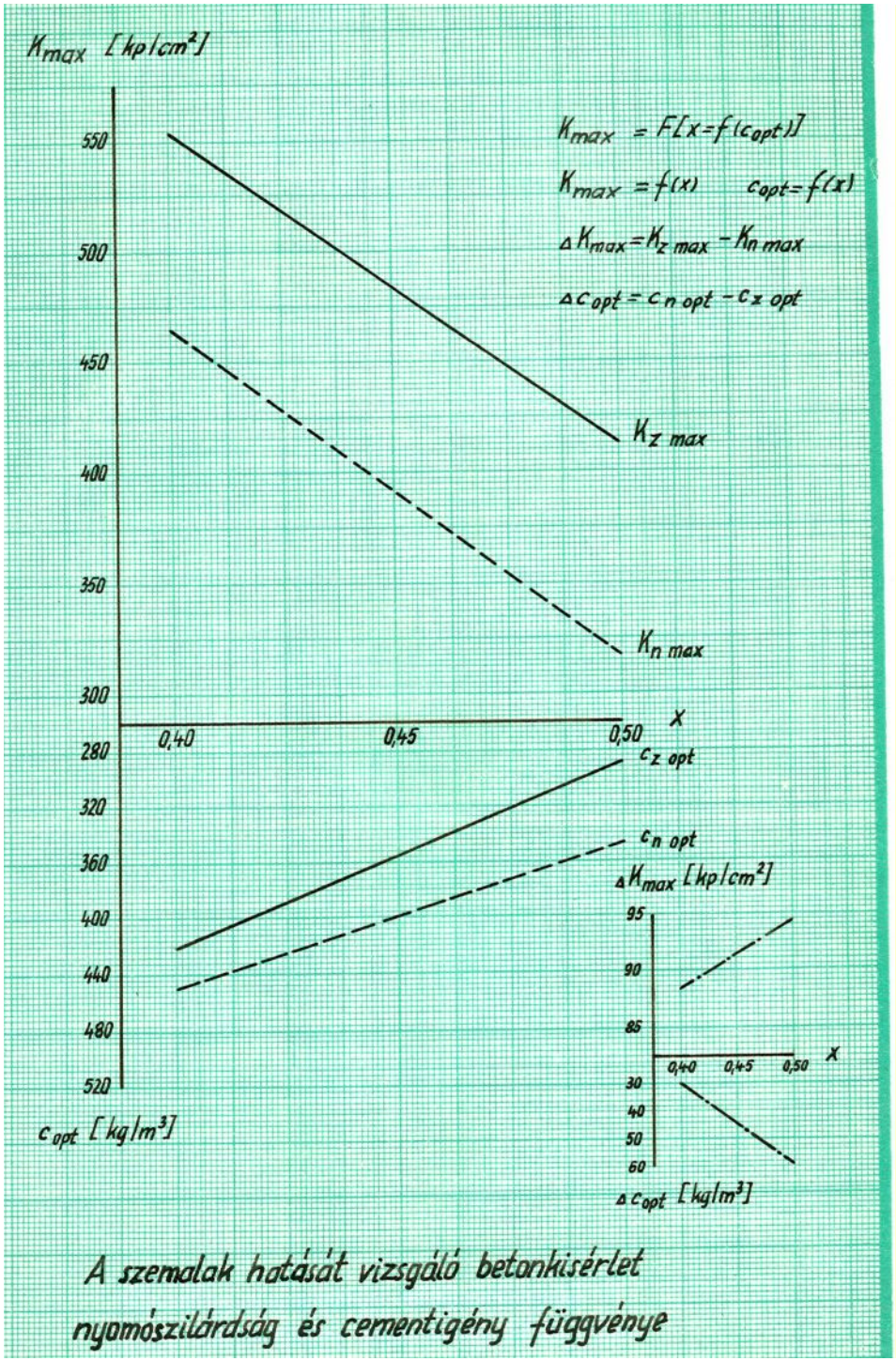
Kőanyaghalmaz	Ismétlési terjedelem, r (egy laboráns öt mérése)	Összehasonlítási terjedelem, R (két laboráns átlag mérési eredményei)
Durva szemhalmaz	4	5
0,08/2 mm-es *finom* szemhalmaz	1,2	2,9
0,08/4 mm-es *finom* szemhalmaz	0,8	1,2

A pontossági feltételeket francia laboratóriumokban határozták meg.

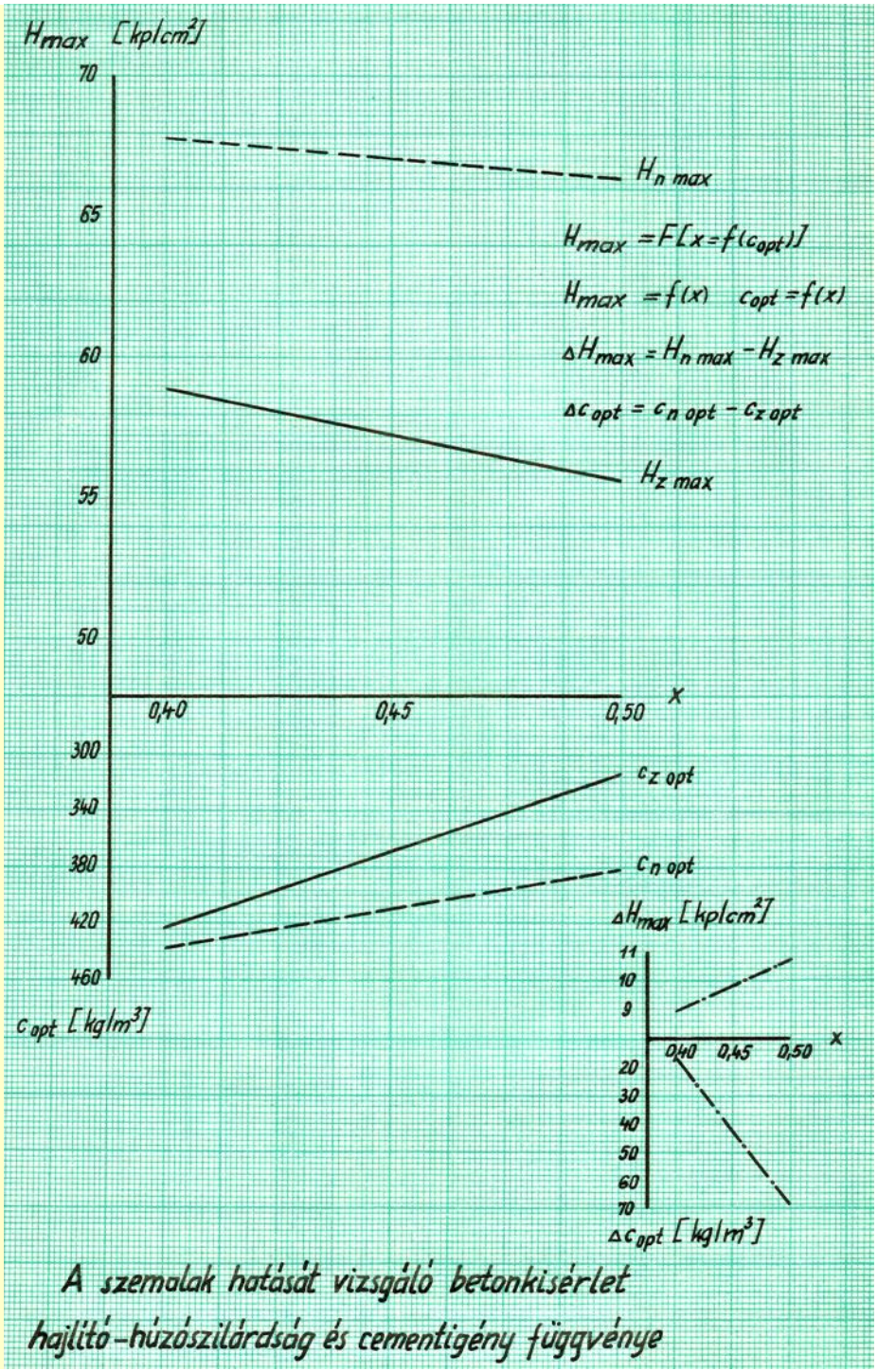
SZEMALAK HATÁSA A BETON TULAJDONSÁGAIRA

A következő (mintegy 35 évvel ezelőtt készített) két ábrán azt lehet látni, hogy „zömök” szemalak a beton nyomószilárdságát, a „nem zömök” szemalak a beton hajlító-húzószilárdságát növeli.

Eközben „nem zömök” szemalak esetén a beton cement és pép igénye megnő, konzisztenciája a földnedves felé hajlik, tömörítése nehezebbé válik.

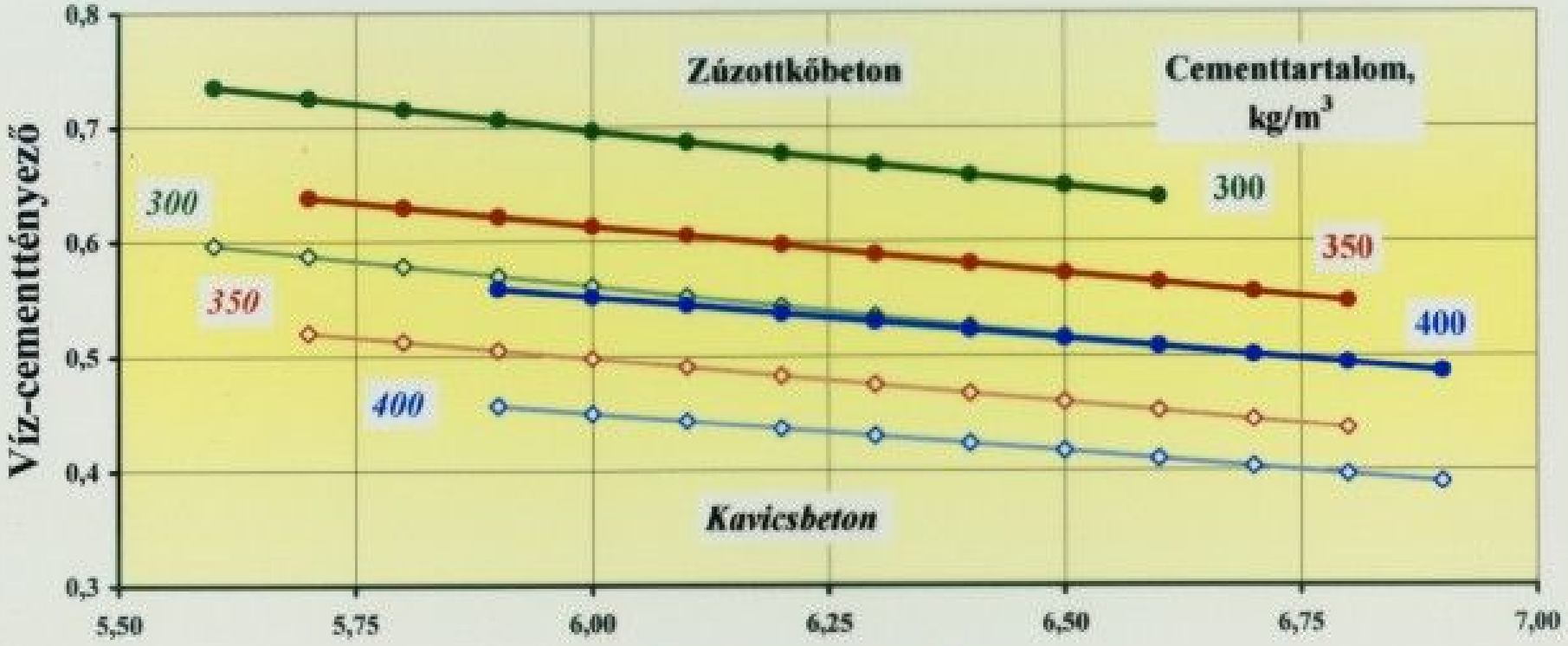


A szemalak hatását vizsgáló betonkisérlet nyomószilárdság és cementigény függvénye

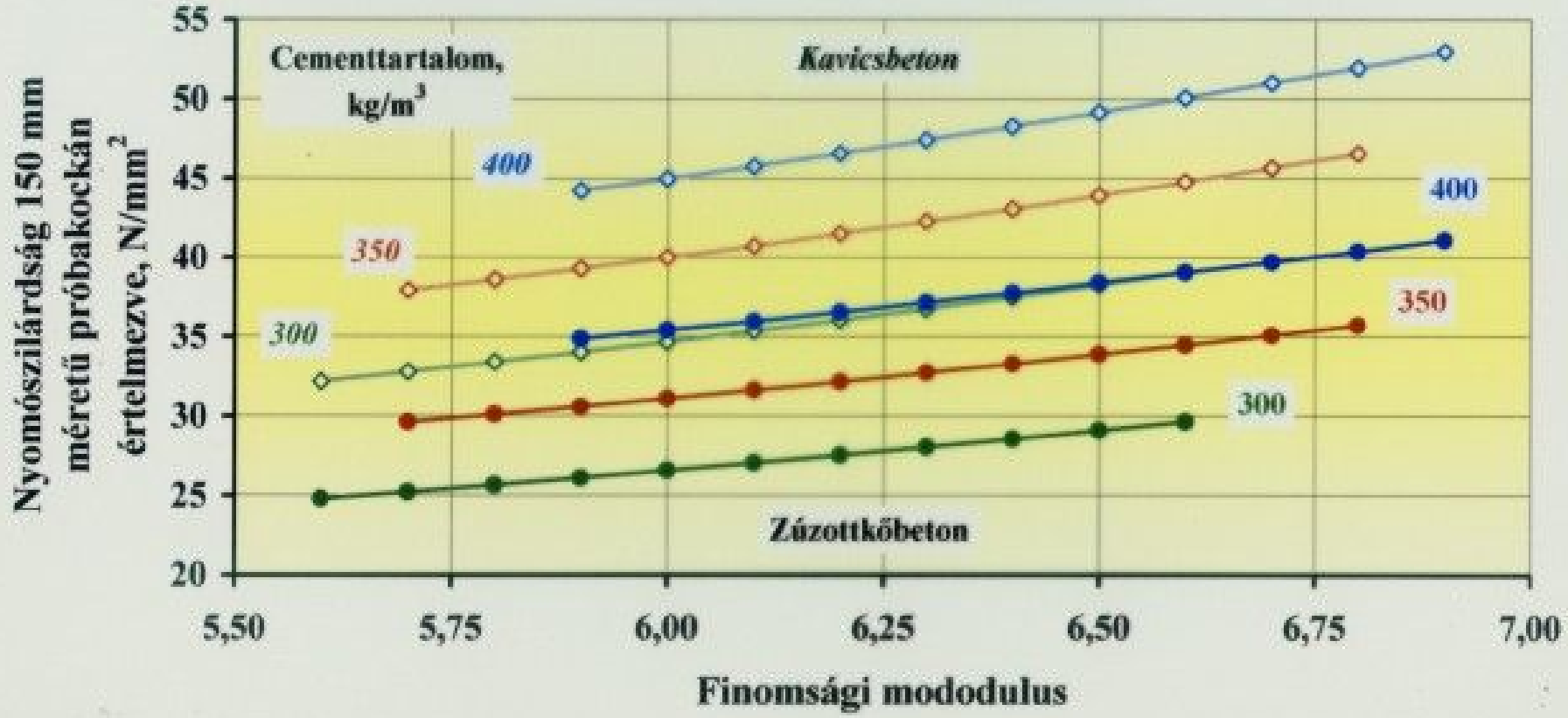


A szemalak hatását vizsgáló betonkisérlet hajlító-húzószilárdság és cementigény függvénye

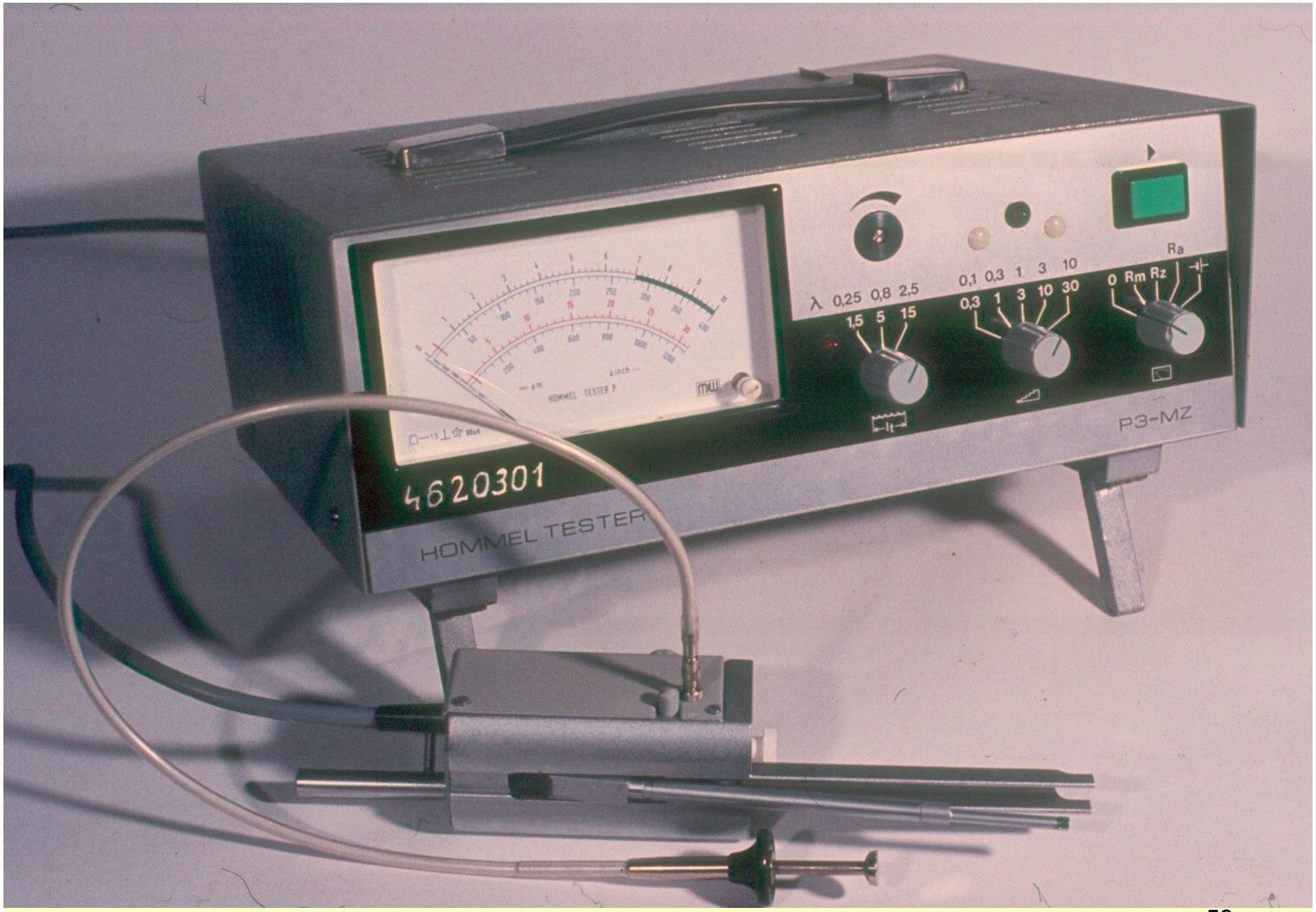
A kavicsbeton és a zúzottkőbeton víz-cementtényezőjének összehasonlítása a C (20-25)-16/KK nyomószilárdsági osztály tartományában, a *dr. Palotás* -féle tervezési képletek alapján



A kavicsbeton és a zúzottkőbeton nyomószilárdságának összehasonlítása a C (20-25)-16/KK nyomószilárdsági osztály tartományában, a *dr. Palotás* -féle tervezési képletek alapján



SZEMÉRDESSÉG



Készülék a felületi érdesség mérésére

Ha a zúzottkövet vagy zúzottkavicsot kopórétegbe építik be — szükség lehet a legalább 4 mm névleges legkisebb szemnagyságú útépítési zúzottkő és zúzottkavics csiszolódásának megadására is.

A visszavont ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előírás szerinti követelmények a magyarországi kőanyagok csiszolódási ellenállását is figyelembe véve igazodtak az MSZ EN 13043 (adalékanyagok aszfaltkeverékekhez) szabvány követelményeihez.

Az új ÚT 2-3.601-1:2008 útügyi műszaki előírás is igazodik az európai előíráshoz, de a korábbival szemben csak egy követelmény osztályt tartalmaz.

Vizsgálati szabvány MSZ 18290-5:1984 MSZ EN 1097-8:2000	**Építési kőanyagok felületi tulajdonságainak vizsgálata. 5. rész: Próbahalmazok csiszolódási vizsgálata**	
Hivatkozó műszaki előírás és európai szabvány	**ÚT 2-3.601-1:2008 MSZ EN 13043:2003**	**Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok**

Fogalom: A PSV-érték (korábban PKS-érték) a kőanyag szemekkel kirakott próbalapokon SRT-ingával mért, a súrlódási ellenállásra jellemző, mértékegység nélküli szám.

Vizsgálat elve: A próbalapokba foglalt 7,2-10,0 mm méretű kőzetszemeket e célra készített gépben, csiszolódara adagolása közben polírozó hatásnak kell alávetni, és a kialakult felületek súrlódási ellenállását SRT-ingás vizsgálattal kell meghatározni.

Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok különleges kőzetfizikai követelménye, ÚT 2-3.601:2006 és ÚT 2-3.601-1:2008

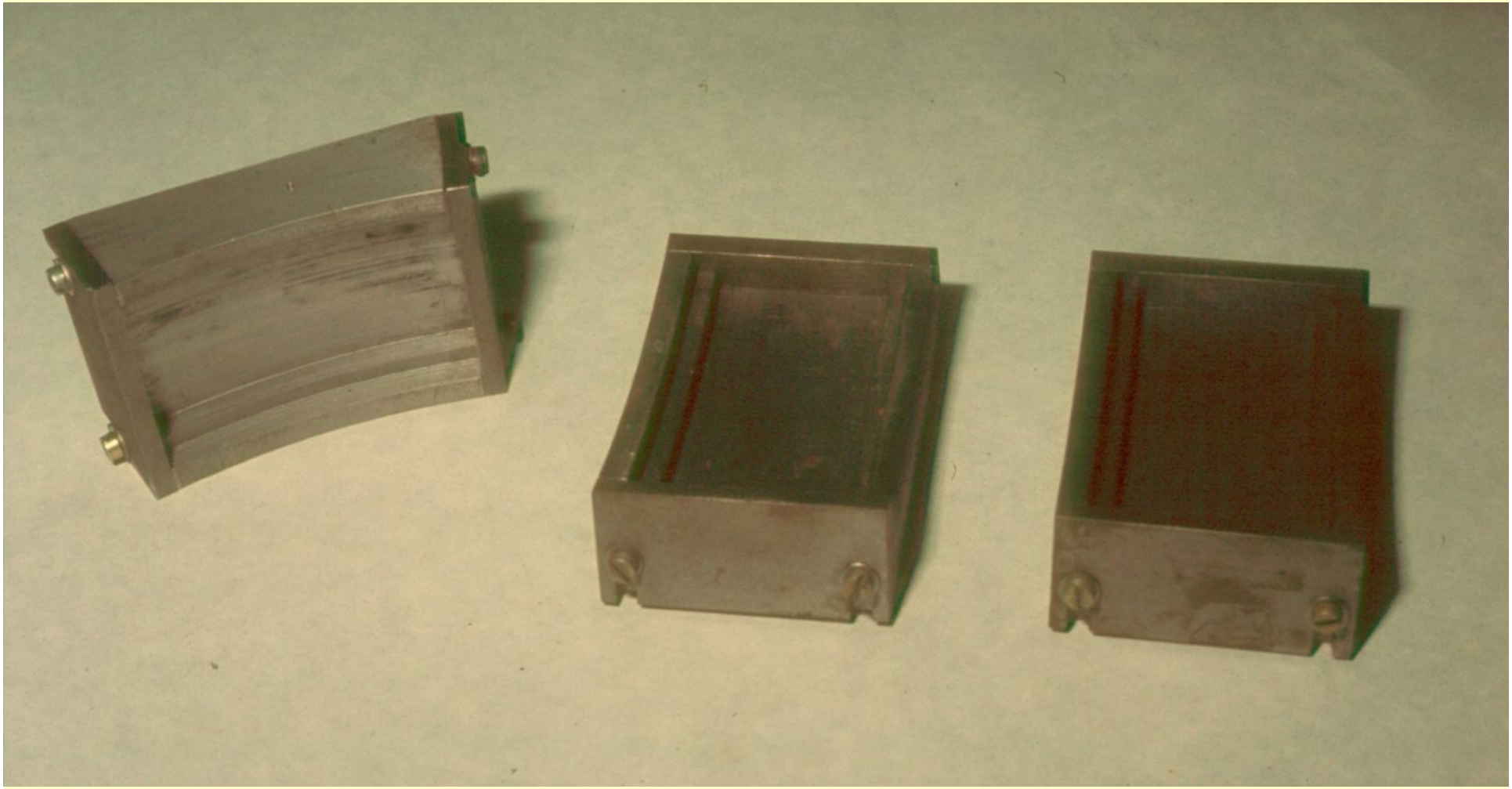
A vizsgálati minta szemnagy-ság-határai mm	Különleges kőzetfizikai követelmény		
	Különleges kőzetfizikai csoport jele	Kf-A-P1 Kf-B-P1	Kf-A-P2 Kf-B-P2
	Csiszolódási osztály MSZ EN 13043	PSV_{50}	PSV_{44}
7,2 – 10	Csiszolódási ellenállás legalább MSZ EN 1097-8	50 ÚT 2-3.601-1:2008	44

Csiszolódási ellenállás legkisebb értékei szerinti osztályok

MSZ EN 13043:2003

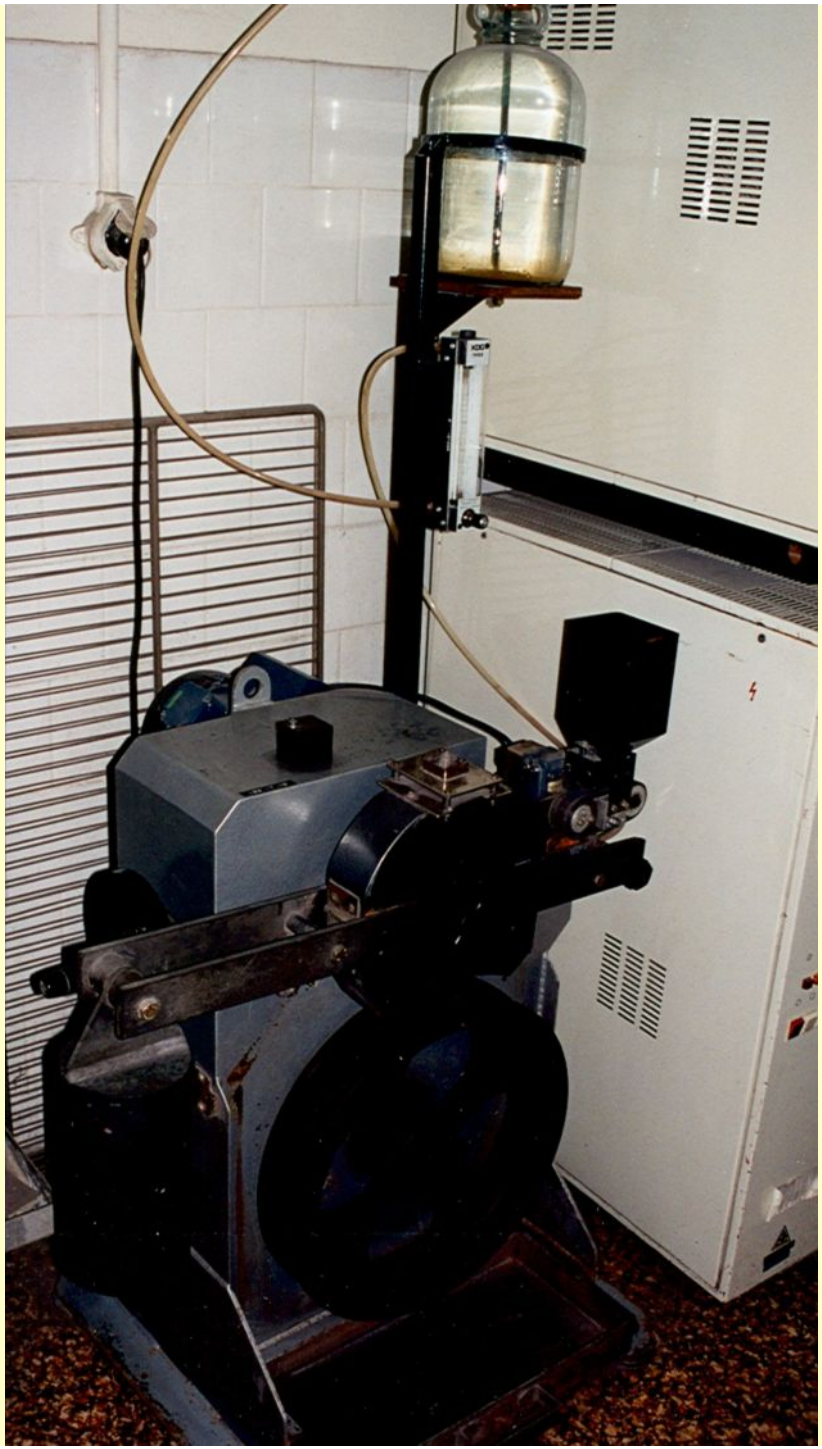
Csiszolódási ellenállás	Osztály, *PSV*	Megjegyzés
≥ 68	PSV_{68}	Kiváló
≥ 62	PSV_{62}	
≥ 56	PSV_{56}	
≥ 50	PSV_{50}	Közepes
≥ 44	PSV_{44}	Még elfogadható
Köztes és < 44 értékek	$PSV_{megadott}$	Nagyon gyenge
Nincs követelmény	PSV_{NR}	

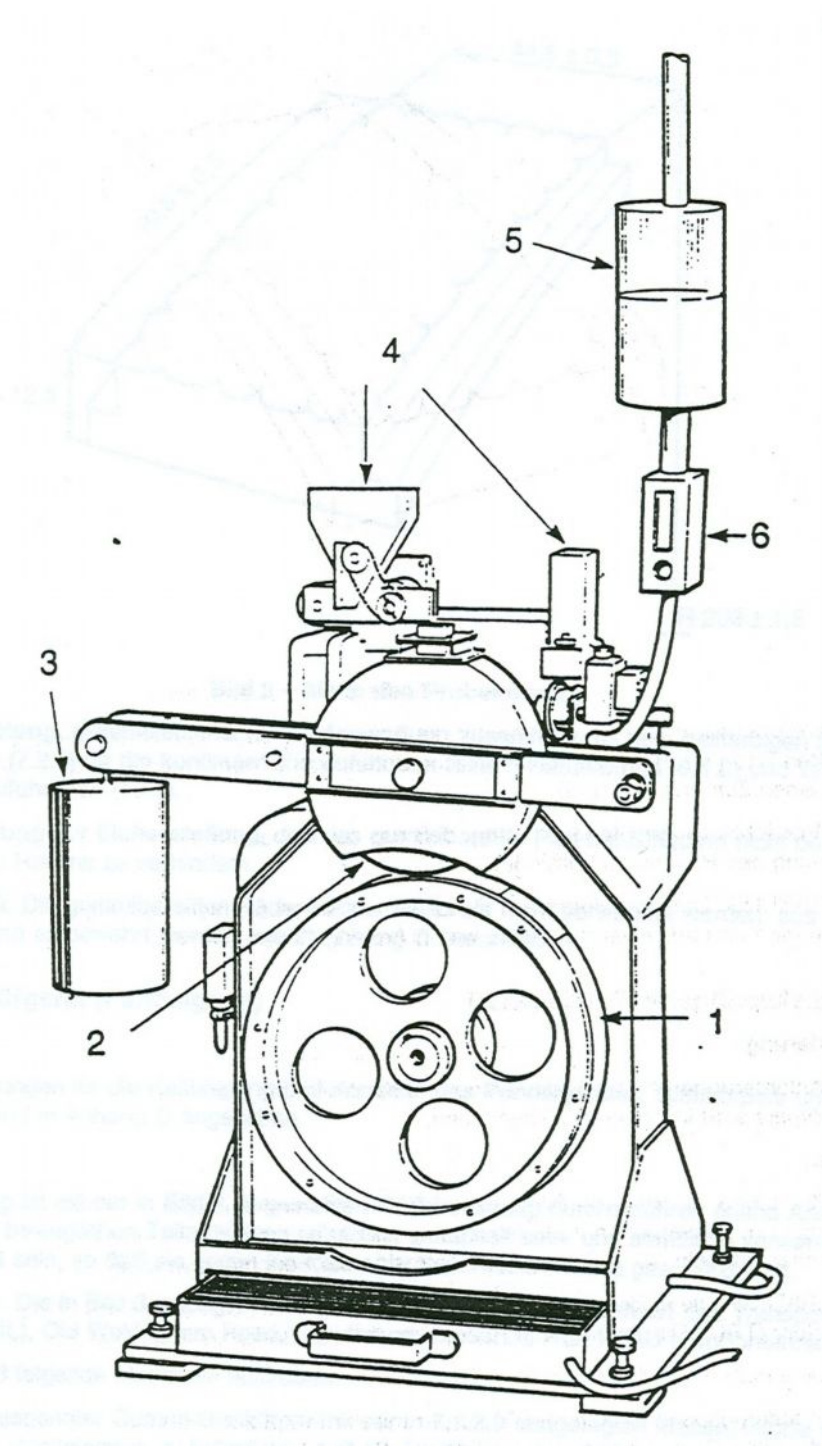
A csiszolódási ellenállás értékének (PSV, MSZ EN 1097-8:2000) a korábbiakhoz (PKS, MSZ 18290-5:1984) képest nagyságrendi (százszoros) eltérését az okozza, hogy a vizsgálati eredményt az MSZ 18290-5:1984 vizsgálati szabvány szerint 0 - 1 terjedelmű skálán kellett leolvasni, míg az új MSZ EN 1097-8 szabvány szerint a skála beosztása 0-tól 100-ig terjed.



Íves sablon csiszolódási ellenállás próbatest készítéséhez

A és B kőzetfizikai csoportú gyöngyöspatai andezit




5
4
6
3
2
1

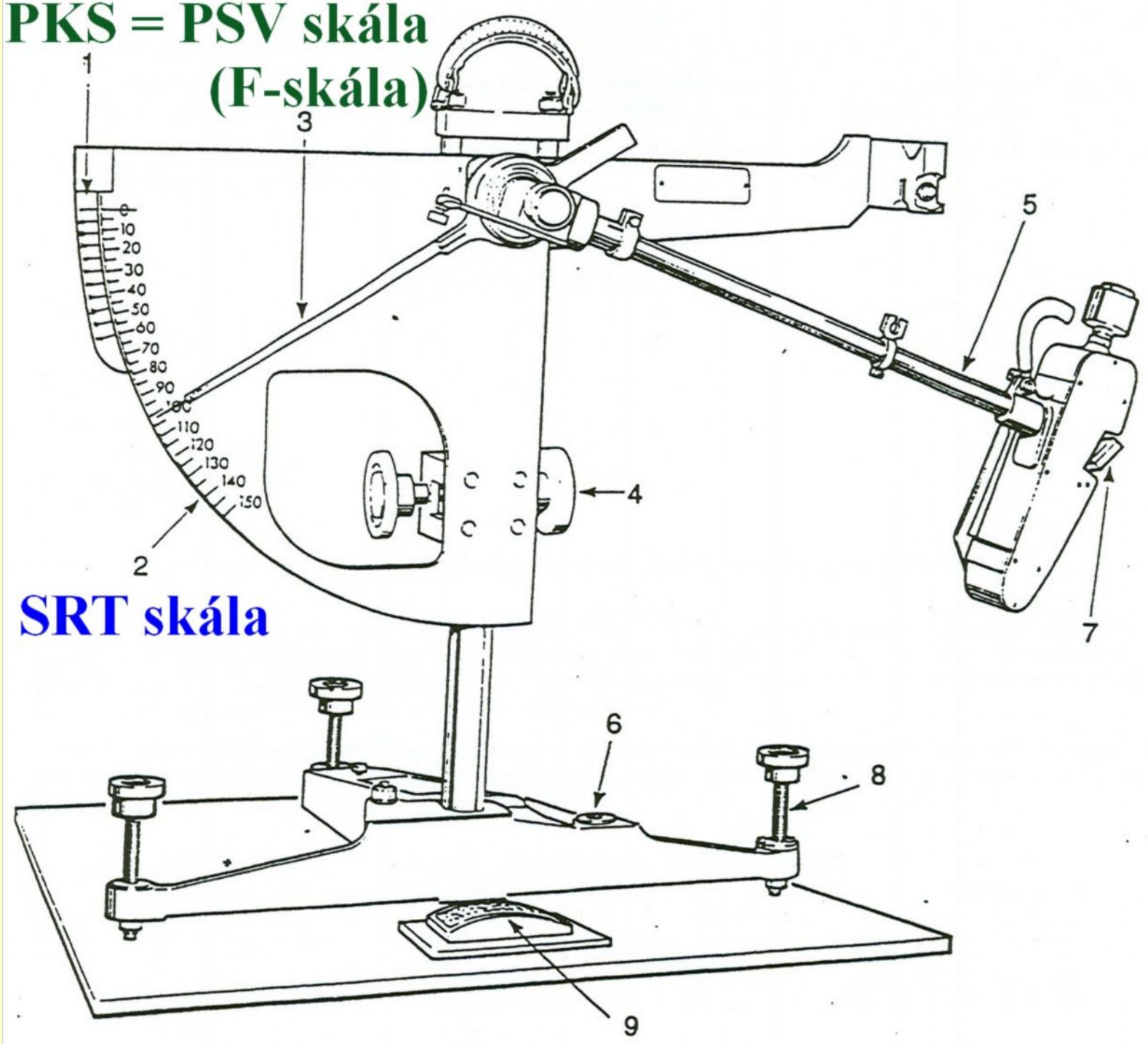
A koptatás a polírozógépben kétszer 180 percig, összesen 360 percig tart.

A vizsgálat első felében *durva* természetes korundport kell (27±7) g/perc adagolással, a második felében *finom* természetes korundport kell (3±1) g/perc adagolással, vízzel a próbatesteket befoglaló kerékre vezetni.

A kerék 320±5 perc^{-1} sebességgel forog.

Ez a vizsgálat átvezet a kőzetfizikai tulajdonságok (kopás, aprózódás stb.) fogalomkörébe.

PKS = PSV skála
(F-skála)



SRT skála

Köszönöm a figyelmüket…

Kérem tekintsék meg az „adalékanyagok fajtái és NÉHÁNY tulajdonsága” és a „Bontott hulladékok betonadalékanyagkéni újrahasznosítása” című előadás diaképeit is